

# Estudo teórico e experimental das propriedades termofísicas do Óxido de Grafeno

Gabriel Oliveira Santos e Marcelo da Silva Rocha  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## OBJETIVO

Sintetizar óxido de grafeno. Produzir nanofluidos de óxido de grafeno com diferentes porcentagens de massa. Realizar testes de propriedades físicas: viscosidade e condutividade térmica, para comparar entre as diferentes soluções, em massa, e com a água pura.

## METODOLOGIA

A síntese do óxido de grafeno será realizada posteriormente por meio do método de Hummer's modificado, o qual se baseia na produção de óxido de grafeno a partir de grafite sendo submetido a reações químicas em meio ácido e com fortes oxidantes, visando separar as camadas de grafite e estabilizar óxidos de grafeno de poucas camadas. No presente momento, foram conduzidos testes de condutividade térmica de soluções contendo nanopartículas de  $\text{SiO}_x$ . Separou-se dois béqueres e encheu-os com 100ml de água cada, após isso foi realizada a pesagem para obter a massa de água, em seguida adicionou-se a um béquer 0,05% em massa de nanopartículas de  $\text{SiO}_x$  em relação à massa de água e 0,1% ao outro béquer. Ambas as soluções foram submetidas ao ultrassom para que a dissolução fosse feita. Uma vez que as soluções se estabilizaram, por um determinado tempo, realizou-se uma série de medições de condutividade térmica para cada solução e para água pura por meio do equipamento KD2 Pro Thermal Properties Analyzer da marca Decagon Devices, Inc.

Com o RAMAN observou-se a estrutura de uma pequena amostra de óxido de grafeno, cerca de miligramas, o equipamento utilizado foi o Espectrômetro Raman

acoplado à Microscópio Confocal, modelo XploRA PLUS e marca Horiba Jobin Yvon, comprimento de onda e potência nominal do laser, respectivamente, 785 nm e 85 mW, grade de 600 gr/mm, detector HORIBA Instruments Incorporated / Sincerity™ CCD Detector, com aumento da lente objetiva de 10X 0,25 N.A, o software usado para aquisição e processamento foi o Labspec6.

## RESULTADOS

O equipamento de RAMAN ao analisar uma amostra, retorna, por meio de um software, um gráfico do comportamento da luz espalhada a partir do feixe de luz incidente sobre a amostra<sup>[3]</sup>, este gráfico é composto por dois picos característicos, no caso do óxido de grafeno, a banda D e a banda G. A banda D corresponde a um tipo de vibração gerada na amostra relativa aos carbonos hibridizados  $\text{sp}^3$ <sup>[1]</sup>. A banda G por sua vez representa a vibração correspondente aos carbonos  $\text{sp}^2$ <sup>[1]</sup>.

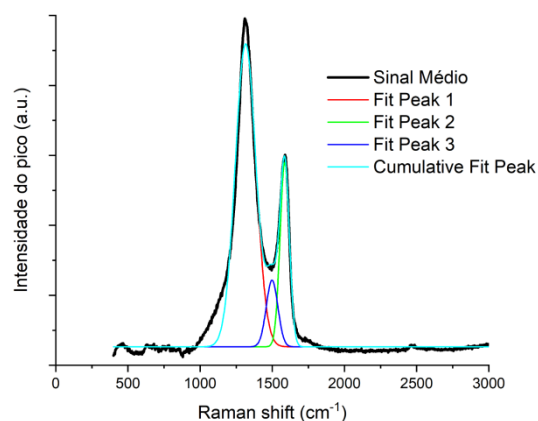


Figura 1. Gráfico do RAMAN para a amostra de óxido de grafeno, a banda maior, por volta de 1310, é a D e a menor, por volta de 1580, é a G.

A partir das bandas existentes no gráfico podemos realizar um quociente ID/IG, seu resultado indica, dentre outras coisas, as falhas na estrutura da amostra<sup>[2]</sup>. A razão corresponde a um valor de 1,6567, ou seja, a banda D supera consideravelmente a G, logo há uma quantidade considerável de falhas relacionadas à oxidação do grafite.

Com as soluções de SiO<sub>x</sub> preparadas realizou-se o teste de condutividade térmica em cada solução e na de água pura. Os testes resultaram nos seguintes valores: 0,586 ± 0,0059 W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> para a solução de 0,1%; para a solução de 0,05% foi 0,596 ± 0,0068 W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> e para a água deionizada 0,603 ± 0,0094 W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>. Podemos notar que a maior condutividade térmica encontrada foi a da água pura, contudo, nota-se proximidade dos valores obtidos para ambas soluções. É interessante chamar atenção ao fato de uma concentração menor, 0,05%, dar um resultado maior que o da solução de 0,1%, isso corrobora a idéia de haver uma faixa de concentração desta nanopartícula na qual esta propriedade física seja potencializada. Estudos devem ser feitos com esta nanopartícula visando encontrar essa faixa de concentração e observar se há correspondência na concentração da nanopartícula de óxido de grafeno. Testes acerca da viscosidade devem acompanhar os testes de condutividade térmica visando valores elevados para esta propriedade e reduzidos para a viscosidade.

## CONCLUSÕES

A amostra de óxido de grafeno respondeu como esperado, há uma quantidade elevada de falhas na amostra graças à oxidação, natural aos óxidos de grafeno. Em breve, estima-se iniciar a produção de óxido de grafeno pelo método de Hummer's modificado para realizar testes físicos. Quanto aos testes físicos realizados com as nanopartículas de SiO<sub>x</sub>, devem ser feitos mais testes com uma variação maior da concentração para verificar a existência de

uma faixa em que a condutividade térmica se expressa melhor e testar essa concentração para o óxido de grafeno. Testes de viscosidade devem ser feitos para averiguar se o aumento da condutividade está coligado com aumentos bruscos indesejados na viscosidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Aida Martín, Alberto Escarpa, Graphene: The cutting-edge interaction between chemistry and electrochemistry, TrAC Trends in Analytical Chemistry, Volume 56, 2014, Pages 13-26, ISSN 0165-9936
- [2] Matthew J. Allen, Vincent C. Tung, and Richard B. Kaner Chemical Reviews 2010 110 (1), 132-145 DOI: 10.1021/cr900070d
- [3] De Faria D.L.A, Entenda o que é espectroscopia Raman, 2011, QuímicaViva

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Agradeço ao CNPq pela bolsa auxílio concedida a mim durante a iniciação científica e Agradecemos o apoio do Centro de Tecnologia das Radiações do IPEN/CNEN pelo suporte na realização dos experimentos e na análise dos dados. O XploRA-PLUS foi financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) – Processo no: 01.18.0073.00.